Cámara de Representantes

XLVIII Legislatura

DIVISIÓN PROCESADORA DE DOCUMENTOS

Nº 650 de 2016

Carpetas Nos. 499/15 y 965/16

Comisión de Industria, Energía y Minería

FONDO SOCIAL METALÚRGICO

Creación

EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS MEDIANTE LA TÉCNICA DE FRACTURACIÓN HIDRÁULICA

Prohibición

Versión taquigráfica de la reunión realizada el día 13 de julio de 2016

(Sin corregir)

Preside: Señor Representante Julio Battistoni.

Miembros: Señores Representantes Mauricio De Benedetti, Amin Niffouri, Alberto Perdomo Gamarra, Washington Umpierre y Carlos Varela Nestier.

Invitados: Por el Instituto de Ciencias Geológicas de la Facultad de Ciencias de la UdelaR, doctora Leda Sánchez.

Por la Sociedad Uruguaya de Geología, doctores Claudio Gaucher y Jorge Montaño.

Secretaria: Señora Marcela Castrillón.

Prosecretaria: Señora Lourdes E. Zícari.

═══════II═══════

SEÑOR PRESIDENTE (Julio Battistoni).- Habiendo número, está abierta la reunión.

Dese cuenta de los asuntos entrados.

(Se lee:)

——"PROYECTOS DE FRACTURA HIDRÁULICA PARA OBTENCIÓN DE GAS O PETRÓLEO. Establecimiento de la moratoria y creación de una Comisión Nacional de Evaluación Técnica (C/1162/16. Rep. 486)". Este proyecto presentado por el Partido Colorado tiene que ver con el *fracking,* que es un tema que estamos estudiando, así que lo vamos a incorporar a nuestro estudio general y veremos si lo anexamos a la Carpeta.

Se pasa a considerar el asunto que figura en primer lugar del orden del día: "Fondo Social Metalúrgico. (Creación)". Supongo que ya les llegó la nueva versión que mandó el Ministerio. Consulto si estamos en condiciones de votarlo hoy. En la sesión pasada, el diputado Verri solicitó que pase a la primera sesión de agosto.

El artículo 1° fue modificado por el Poder Ejecutivo pero aún contiene una incongruencia. Cuando describe los grupos de los convenios colectivos incluye "Mantenimiento de maquinarias, equipos e instalaciones en empresas", que no está en el decreto que da nombre al subgrupo 1 del grupo 8. Efectivamente, el artículo 1° del Decreto N° 188/005 dice: "industrias metálicas básicas, productos metálicos, reciclaje de productos metálicos; aberturas de aluminio; muebles metálicos; diques, varaderos, astilleros y talleres navales) del Grupo Nro. 8 (Industria de productos metálicos, maquinarias y equipo)".

Es necesario aclarar con el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social la descripción de los grupos.

SEÑOR PERDOMO GAMARRA (Alberto).- Acompaño la propuesta del diputado Verri de posponer la votación hasta la próxima sesión.

SEÑOR PRESIDENTE.- Si todos están de acuerdo, así se procederá.

Hay una serie de sugerencias de la Secretaría de la Comisión en cuanto a estilo y redacción que considero completamente aceptables.

Además, el literal A) del artículo 5° dice: "Asistencia odontológica y otros planes de salud no cubiertos por el Seguro Nacional de Salud". Debería decir: "Asistencia odontológica y otros planes de salud no cubiertos por la Ley N° 18.211, de 5 de diciembre de 2007". Esto lo hace más general en relación con otro tipo de prestaciones asistenciales que puede dar el Estado.

SEÑOR DE BENEDETTI (Mauricio).- Estoy de acuerdo con que el Ministerio haga la aclaración, pero ¿al nombrar el grupo 8 no estarían automáticamente nombrados todos? ¿O no todos los del grupo 8 están incluidos en el proyecto de ley?

SEÑOR PRESIDENTE.- En este momento no entraría todo y, por eso, se hace la descripción de los subgrupos. Por ejemplo, los metalúrgicos navales en este momento quedarían fuera de este acuerdo.

(Ingresa a Sala la doctora Leda Sánchez)

——Damos la bienvenida a la doctora Leda Sánchez, Directora del Instituto de Ciencias Geológicas de la Facultad de Ciencias, para asesorarnos sobre el tema que estamos tratando, que es la tecnología de fraccionamiento hidráulico para la obtención de petróleo contenido en las rocas.

SEÑORA SÁNCHEZ (Leda).- Muchas gracias por invitarme para dar mi parecer sobre la sismicidad inducida producida por el hombre, en particular por *fracking*.

Hice una revisión bibliográfica de los ejemplos publicados de sismicidad inducida producida por *fracking*. Esta publicación se ha empezado a hacer en los últimos años. No quiero demonizar esta tecnología porque, como todos sabemos, cualquier actividad humana genera sismicidad inducida. Por otro lado, tampoco corresponde ponernos en contra *per se* de una tecnología que no sabemos si vamos a aplicar o no, sin tener la información ni las líneas de base suficientes. Si no, por ejemplo, podríamos prohibir el transporte público urbano porque libera al ambiente un montón de partículas, tal como está demostrado. Todo lo que hacemos tiene un impacto en el ambiente; lo que hay que hacer es conocer, saber y tomar las medidas que corresponden. En el caso del transporte urbano público y privado no tenemos control de monitoreo de emisión de gases vehiculares.

He sabido que han tenido varias reuniones con relación a este tema, así que me focalicé en la sismicidad inducida, sin meterme en el tema del impacto ambiental y social, más allá de que leí un montón de cosas al respecto. Por suerte, tenemos en el país el portal Timbó, que nos permite acceder a toda la bibliografía científica, con lo cual pude generarme un panorama de opiniones de otras áreas para ver la información a nivel de estadísticas y demás. Después sí me metí en blogs ambientalistas, para ver qué tipo de información se maneja en cada uno de ellos. Si al final, quieren hacer otro tipo de consulta, no es que tenga una *expertise* en el tema, pero he leído un montón de cosas como para hacerme un panorama general y poderlo trasmitir.

Como todos saben, el fraccionamiento hidráulico consiste en meter agua -en general se usan entre 8 y 40 millones de litros por pozo-, arena o algún sintético equivalente y productos químicos en cantidad equivalente a aproximadamente el 1% del total de agua. ¿Dónde se está pensando hacer *fracking* en Uruguay? En las áreas que fueron pedidas por Ancap y Schuepbach. En una reunión anterior se habló de que se trataba de alrededor de 1.000.000 de hectáreas pedidas, pero me tomé el trabajo de averiguar efectivamente la cantidad, porque no es un dato menor. Cuando alguien habla de 1.000.000 de hectáreas, nos suena a una cantidad terrible; entonces, me tomé el trabajo de saber cuántas hectáreas tenía pedida cada empresa, lo cual figura en el visualizador geominero de la Dirección Nacional de Minería y Geología.

La empresa E&P Uruguay tiene pedidas 3.015 hectáreas y 5.600 metros cuadrados; Shuepbach, 53.047 hectáreas y 3.610 metros cuadrados, y Ancap -la que pidió una cantidad mayor-, 415.579 hectáreas y 2.926 metros cuadrados. Esto es importante porque no es lo mismo decir 1.000.000 de hectáreas que 500.000. Por otro lado, no significa que van a hacer extracción en todas esas hectáreas sino que son las áreas donde se han hecho pedimentos para poder estudiar y hacer la sísmica de reflexión -de refracción creo que ya la hicieron- para conocer cuál es el potencial de hidrocarburos en la cuenca norte. En el caso hipotético de que el país contara con hidrocarburos *onshore*, es decir, en territorios sobre continente -a la fecha no está corroborado ni desechado-, esas son las áreas que tienen pedidas las empresas, que corresponden más o menos a 500.000 hectáreas.

La cuenca se caracteriza -supongo que ya lo deben haber visto- de la siguiente manera. En superficie tenemos el suelo. Por debajo se encuentra la secuencia basáltica, cuyo origen está asociado a la generación del océano Atlántico, y por debajo viene la secuencia sedimentaria paleozoica. Por debajo de los basaltos hay una secuencia que se conoce como formación Tacuarembó Itacumbú, que es la que tiene el acuífero Guaraní.

Tenemos que ver esto en un contexto regional. Uruguay es parte de un conjunto; las cuencas, los sedimentos son parte de un conjunto. Los basaltos del Paraná aparecen en el sur de Brasil, en Paraguay y en Argentina; no son cosas solo nuestras. El acuífero no es solo nuestro; viene de mucho más arriba. Entonces, cuando pensamos en cualquier cosa, debemos pensar y tomar medidas a nivel regional. A veces, no alcanzan a nivel local y más adelante voy a explicar por qué digo esto.

Se está estudiando la existencia de hidrocarburos de forma no convencional. Ancap ha mencionado que puede haber depósitos convencionales; es decir, que esos hidrocarburos hayan quedado en algún bolsón entrampado. No hay datos suficientes. Todos sabemos que las termas fueron el resultado de una prospección de hidrocarburos, y encontraron aguas termales que tenemos que cuidar.

Vamos a hablar un poquito de la sismicidad. Tenemos la sismicidad natural que existe en todo el globo. La Tierra está separada por un conjunto de placas tectónicas que se mueven en su totalidad. En esas placas tectónicas se acumulan esfuerzos que en algún momento rompen. Los terremotos y el vulcanismo son conspicuos en las zonas donde hay convergencia de placas, grandes separaciones o desplazamientos horizontales de estas placas, que son el margen Pacífico, las zonas donde se dan los terremotos naturales de mayor intensidad. El resto de las placas también acumulan tensiones y los terremotos tienen menor intensidad, pero existen.

Uruguay recién a partir del año 2013 está monitoreando la actividad sísmica nacional con un solo equipo. Eso nos permite tener el control de la sismicidad en un radio de 180 kilómetros de la estación que hoy está localizada al sur de la ciudad de Aiguá. La hemos ido cambiando de lugar y estamos tratando de ver cuál es la microsismicidad con que cuenta el país. Siempre se dijo que en el Uruguay no hay terremotos. No hay por que no los medimos.

Los mapas de sismicidad van variando a través del tiempo porque los países van incrementando la cantidad de sensores, o sea, de sismómetros en las regiones para poder saber cuál es la sismicidad. En el caso de Brasil, que tiene una sismicidad moderada, se ha visto en la última década que al haber un incremento del registro es como si existiese un incremento de la sismicidad. En realidad, lo que hizo Brasil fue invertir en sensores y hoy pueden saber cuáles son las regiones donde hay mayor sismicidad. Dentro de estas regiones, cuáles son las de sismicidad natural y cuáles de sismicidad inducida. No sé si recuerdan un problema con una mina que se desbarrancó. Los colegas están sugiriendo que fue producto de la sismicidad inducida.

En cuanto al daño, un terremoto no produce muertes; lo que produce muertes son las estructuras que construye el hombre, que se caen, entonces, producen muerte a través de un movimiento de tierra que puede ser mayor o menor. ¿De qué va a depender el terremoto? De la magnitud del sismo. Se habla mucho de la escala de Richter, de la escala de momento sísmico y de la escala de intensidad de Mercalli. Esta última es lo que nosotros estamos usando, porque al tener un solo sensor no podemos determinar la magnitud del momento, es decir, la cantidad de energía que se libera en un terremoto. Eso es un terremoto: liberación súbita de energía. Cuando no tenemos tres equipos, no podemos determinar epicentros. Podemos determinar vectores que nos dicen hacia donde ocurrió el evento pero no el hipocentro ni la magnitud. Entonces, lo hacemos con la intensidad. Yo le pregunto a la gente que percibió el terremoto y me dicen: "Vi tal cosa"; "Me pasó tal cosa"; "Se me rajó la planchada". En el caso del Cerro, se rajaron planchadas, se rompieron vidrios, se cayeron cosas. Hubo gente que vio que el auto se movía. Con eso vamos determinando la magnitud en la escala de Mercalli modificada y podemos hacer un mapa de zonificación sísmica. Lo que tenemos que saber en cuanto a

los terremotos es que el daño lo producen las estructuras, más allá de que se rompe la tierra, se raja. En ese momento se libera energía y es lo que tengo que cuantificar.

¿Cuáles son los elementos que genera el hombre que producen sismicidad inducida? El represamiento, los embalses. Por ejemplo, hay eventos que estarían asociados a la represa de Salto Grande. Hasta hace unos años, según lo que nosotros averiguamos, en la represa tenían una serie de sismómetros, de aquellos que son una cápsula y cuando hay movimiento una hojita va marcando, pero no nos da más que esa información: cómo fue el movimiento, y podemos mensurar así con la escala de Mercalli. No son equipos de última tecnología.

Lo otro que produce sismicidad inducida es la minería subterránea, además de las explosiones que se hacen en las voladuras de las canteras. Una de las cosas que hemos hecho con nuestro observatorio es, cuando descubrimos que hay una voladura, miramos el registro, vemos una explosión y al rato aparece un pequeño evento asociado. Eso es sismicidad inducida producida por una explotación minera.

La extracción de petróleo y gas convencional y no convencional también genera sismicidad inducida; la extracción de energía geotérmica y sobreexplotación de los acuíferos, también. Con esto me refiero a cualquier tipo de extracción de agua del subsuelo, porque estoy sacando material, y hay veces que los pozos colapsan. Cuando los pozos colapsan, se genera un pequeño terremoto local. Cuando tenemos muchas precipitaciones o períodos de lluvia muy intensos, la acumulación de las aguas hace que los sedimentos se empapen, se desparramen y generen un pequeño terremoto, lo mismo que, como dijimos, algunas represas. El paso del transporte público también genera sismicidad inducida. Cuando estamos en una parada y pasa un camión o un ómnibus, podemos llegar a sentir la vibración en el suelo; eso es sismicidad inducida.

Todo el planeta tiene lo que se llama microsismicidad, que corresponde a magnitudes alrededor de 2. Eso es normal y lo conocemos como ruido sísmico. La Tierra siempre se está moviendo; cuando supera determinado umbral tenemos que saber cuál es la causa de ese terremoto, ya sea natural o antropogénico.

Sabemos que más o menos se generan uno o dos terremotos importantes por año. Eso es lo que muestra el registro sísmico internacional. Hay uno por año de magnitud 8 y tenemos una cantidad importante a menores magnitudes. ¿Cuáles son los peligrosos? Obviamente, en las regiones donde hay interacción entre las placas tectónicas es donde se producen los terremotos más importantes. En el esquema que aparece en la presentación aparece el terremoto de grado 9, en Japón, pero tuvimos uno mayor, en 1960, en Valdivia, Chile. Esos eventos los podemos llegar a percibir en nuestro territorio por la propagación de las ondas sísmicas. No significa que ese terremoto sea nuestro. Los sismómetros registran toda la información. Por ejemplo, nosotros registramos todos aquellos terremotos de magnitudes superiores a 5 que se producen en algunas otras regiones -por ejemplo, en Chile, en Ecuador- y de menor magnitud cuando son más próximos a la estación, es decir, en Mendoza o La Rioja. Los percibe el equipo; no quiere decir que nosotros percibamos el movimiento. Si tuviésemos una red como corresponde, podríamos detectar todos los movimientos que registran los otros países; es decir, podríamos saber cómo llegan las ondas al subsuelo y, de esa manera, colaborar un poco más con el servicio internacional, aunque igualmente lo estamos haciendo.

En la presentación pueden ver un mapeo general con algunos de los datos que se han recabado. Algunos de los autores hacen mapas de la sismicidad producida por factores antrópicos: extracción de petróleo, minería, etcétera. En la última década -quizás menos-, la gente que trabajamos en sismología hemos empezado a tomar nota de aquellos terremotos vinculados a la sismicidad inducida. ¿Por qué? Porque ha habido

cuantiosas pérdidas por parte de los Estados a raíz de la sobreexplotación de algunas cosas. Como todos sabemos, los pozos de extracción de petróleo y gas no convencional duran alrededor de quince años. Entonces, se analiza la sismicidad de la región para ver cuál es el valor máximo que se registra sin explotación, y a partir de ahí se empieza a medir la sismicidad asociada a la técnica de extracción de petróleo, ya sea convencional o no.

SEÑOR PRESIDENTE.- ¿Lo que aparece en el mapeo que menciona es todo por extracción de petróleo?

SEÑORA SÁNCHEZ (Leda).- No, tenemos extracción de petróleo y gas, y recuperación secundaria. El agua que se reutiliza a veces es reinyectada y las cámaras donde se deposita el agua también producen una sobrecarga en la corteza y generan sismicidad inducida.

Uno de los argumentos que se ha dado -de lo que he podido leer- es que el *fracking* no genera la sismicidad; lo generan los depósitos o el consumo del agua, aunque no es tan así. Cuando monitoreamos la actividad sísmica, no importa si es cuándo entra o sale el agua. Al momento de reactivar fallas el riesgo de que la intensidad se incremente, ocurre, que es lo que vamos a ver en las próximas imágenes.

A partir de datos publicados -hay que aclarar que no está todo publicado-, se conoce cuáles son las actividades que generan sismicidad, y se hace un histograma. La imagen que estamos viendo ahora corresponde a la minería y lo que más llama la atención no es lo que más produce, sino lo que está publicado, que no es lo mismo. Hay una gran cantidad de estudios en los que se ha detectado que la actividad minera genera sismos -y se han publicado- aunque no más que otras. Un señor llamado Davis, perteneciente al Servicio Geológico Americano, se puso a cuantificar, en función de todas las publicaciones existentes en plaza, qué se ha publicado y qué es lo que genera sismicidad inducida. Se está comenzando a trabajar en todo esto, porque hasta no hace mucho tiempo había una negación de que la actividad humana, la actividad minera o el *fracking* generaran sismicidad inducida. Eso lo vemos cotidianamente cuando discutimos el tema con otros colegas.

La imagen que observamos ahora presenta uno de los primeros trabajos que datan de la década del 60 -las extracciones de 1962 a 1965-, sobre la frecuencia de los terremotos con la inyección de los residuos de la producción de hidrocarburos en el subsuelo. Aquí hay una correlación directa: en los períodos en los que no hay inyección de fluidos vemos que hay un decrecimiento de la sismicidad; no inmediatamente a hacer una inyección se genera un terremoto. El primero puede ocurrir a los seis meses o hasta año o año y medio después de la inyección de fluidos en el subsuelo.

Como se sabe, lo que hace el *fracking* es tratar de fracturar la roca, luego se coloca la arena para que aquellas pequeñas fracturas que se generan no se terminen de cerrar y generen una permeabilidad, producto de la presión. De esa forma se pueden extraer los hidrocarburos o el gas contenidos en las rocas. Se ha visto, también, que luego de abandonado un pozo, hasta el año y medio se pueden registrar eventos asociados al trabajo anterior.

Podemos citar un ejemplo, ocurrido en Colombia, donde se generó lo que se denomina un nido sísmico, es decir que en una región donde no había sismicidad importante previa empezaron a haber mayor cantidad de eventos, que están localizados en zonas próximas a donde se está haciendo extracciones. En esta otra imagen vemos cómo en función de los pozos se produce la sismicidad que estuvo asociada al mismo. La máxima sismicidad encontrada, asociada a la extracción, en este pozo es de 4.4 de

magnitud; sin embargo, ha habido casos particulares en los que fue de 5.4 y hasta de 6.9 de magnitud. Esto no sólo ha ocurrido con extracción de petróleo sino también con represas de agua en China y en otras partes del mundo, donde la sismicidad inducida provocó terremotos de magnitudes superiores de hasta 7 o más.

Otro caso que es muy conspicuo es el de Oklahoma, una región ubicada en el centro de Estados Unidos. Desde el punto de vista geológico hemos analizado varios trabajos que sugieren la extracción de hidrocarburos asociados donde el basamento está próximo a los 3.000 o 4.000 metros por debajo de la secuencia que se quiere extraer; allí se generan terremotos de mayor importancia porque se reactivan fallas viejas. Nuestro basamento está próximo en lo que es la cuenca norte, aflora en la ciudad de Montevideo y en el este del país, ya que tenemos rocas de dos millones de años en la región occidental y otras más jóvenes en la región oriental; nosotros como geólogos las denominamos basamento.

Entonces, más allá de la diferencia en las edades de las rocas -tenemos algunas de mil millones de años, hay rocas más viejas y otras más jóvenes- compartimos lo que se ha dado en llamar "la localización tectónica del país". Por ejemplo, en Oklahoma se ubican de un lado y el margen de los terremotos se sitúa del otro; en el caso de Uruguay ocurre lo mismo, el margen andino está del otro lado.

Lo que vemos, entonces, es un incremento claro de la sismicidad inducida producida por *fracking* asociada a la extracción. Entre 1980 y 2009 se da un incremento en la ocurrencia de terremotos, porque también se incrementó la extracción de petróleo. En uno de los trabajos que leí se sugería que Estados Unidos para el 2018 sería el primer país productor de hidrocarburos, lo que significaría no depender más de otros países, lo que tiene sus ventajas y desventajas.

Cuando se inician los procesos de extracción empiezan un montón de eventos de muy baja magnitud pero, a medida que avanzan en el tiempo, comienzan a aparecer terremotos de mayores magnitudes y en mayores cantidades. Esto es lo que estamos viendo ahora en el gráfico. También se hizo una comparación entre la actividad sísmica inducida y la producción, y vemos que también hay una correlación directa aunque un poco desfasada; no es que se inyecte e inmediatamente se genere un sismo.

En estos momentos, estamos focalizados en el tema de las emisiones inducidas, es decir, a *fracking,* lo que no significa, como ya he dicho, que sea la única actividad extractiva que produce sismicidad inducida. No deseo generar alarma ni mucho menos pero, así como todo lo que hacemos genera contaminación, todo genera sismicidad inducida. Lo que podemos ver después es el efecto que produce en las economías nacionales este tipo de procesos.

Otro ejemplo de terremotos es el de Kansas, ocurrido en julio de 2013. Cuando se inicia arranca con poca sismicidad, alrededor de 3, luego empiezan a aparecer una enorme cantidad de eventos de menor magnitud, como en la gráfica lo marcan las rayas rojas; y después aumenta a 4 o un poco más. Esto quiere decir que a medida que se incrementa la inyección también hay un incremento en la sismicidad: en la cantidad y en la magnitud

Otros casos de magnitudes superiores han acontecido también en Estados Unidos, con terremotos de hasta 5.6, que generan bastante daño en las infraestructuras aledañas. Pensemos que cuando se construye el pozo, alrededor hay poblaciones que se empiezan a instalar a raíz de esta industria. En países como Holanda, en que la distribución de las casas es más homogénea, se utiliza una planta que está cerca de un poblado y las edificaciones empiezan a tener problemas. Porque no es que un terremoto de 3, 2.8 o 3.3

de magnitud genere una rotura -lo que se llama fatiga de los materiales- sino que cuando empiezo a golpear y golpear las estructuras se debilitan, se fracturan y se rompen. Ello ha generado un sinnúmero de demandas al Estado, que ha tenido que pagarlas y hacer las casas de nuevo. Esto demuestra que no hay reglas claras para las industrias de que puedan cubrir los daños que genera la aplicación de esa tecnología ya que está demostrado que la sismicidad inducida se genera a partir de un emprendimiento industrial, sea cual fuere.

Poniendo un ejemplo de nuestro país, en la ciudad de Minas donde se ubican varias plantas de portland, la población se localizó al costado de las empresas mineras y, en la actualidad, esa gente sufre problemas por el polvo y tiene rajaduras en sus casas. Pero no fue que el pueblo estaba desde antes, sino que se acomodó a la infraestructura y a la tecnología en el desarrollo de las calizas para el cemento portland.

¿Qué quiere decir esto? Que también para nosotros nos resulta más cómodo irnos a vivir cerca de nuestro lugar de trabajo aunque suframos los embates de las tecnologías o de lo que fuere. Por eso debemos ser muy cautos cuando decimos: Sí a esto; no a lo otro. Tenemos que regular.

Concretamente, para el caso del *fracking* -si quieren escuchar mi parecer personal lo digo cuando los señores Diputados me hagan preguntas-, en la situación actual no tenemos posibilidad de decir sí a esto o no a lo otro, porque no sabemos si hay algo o no.

En la presentación que estamos viendo ahora se muestra lo que se ha visto en muchos lugares, que es la reactivación de fallas. Cuando reactivamos una falla la sismicidad se puede incrementar; deja de ser la sismicidad inducida porque ya se generó una rotura por la cual se van a liberar las tensiones que se acumulan en la corteza. Esas tensiones naturales de la corteza empiezan a generar liberaciones y se reactiva una falla; quizás su último movimiento fue hace quinientos millones de años. Nosotros tenemos un montón de fallas que no sabemos si se mueven o no, cuánto se mueven y qué sismicidad generan, pero si yo reactivo una falla, ésta se va a mover y va a generar un evento sísmico.

Otro caso particular es el denominado proyecto Castor en España, que fue abortado debido a la sismicidad provocada por los trabajos de inyección. La empresa española dijo que no se iban a generar terremotos o que éstos estarían en una escala de microsismicidad -el hombre no percibe los terremotos hasta una escala de magnitud 2 de liberación de energía, parecida a la escala de Richter, aunque no es lo mismo-, pero cuando empezaron a trabajar vieron que se trataba de un lugar donde había habido explotación de hidrocarburos, por lo que se utilizaría para guardar gas. Como dije el proyecto fue abortado y el Estado español tuvo que pagar aproximadamente 1.000.000.000 de euros a la empresa. En ese caso, no había una línea de base, no tenían los datos, no tenían información sísmica ni medioambiental; entonces, pasó un terremoto importante, se canceló el proyecto y el único que salió perdiendo fue el Estado español en la época de Zapatero.

La siguiente gráfica muestra a Paraguay. Aquí también hay recursos de petróleo y gas no convencional. Compartimos el Acuífero Guaraní y cuando decimos que tenemos que regular, lo debemos hacer con Brasil, Argentina y Paraguay. ¿Por qué? Porque si yo digo que no porque tengo miedo de que se contamine el Acuífero Guaraní, Paraguay hace *fracking* y no hay los controles suficientes, la contaminación va a venir de arriba. Y como todo: construir es muy fácil pero recomponer es muy difícil y caro. En el caso de Paraguay hay reservas probadas importantes; es más, estudiando los basaltos de Paraná y de Arapey, del lado paraguayo, encontramos lo que se conoce con el nombre de "búlder", o sea un pedazo de la roca que está abajo, que sería nuestro mangrullo, híper

embebido en hidrocarburos y generando unas estructuras muy particulares en los basaltos, que se conocen como "peperitas". En general, esas estructuras se forman por la interacción entre magmas y sedimentos mojados, pero son contemporáneas. En este caso, se produjo por rocas que eran más viejas y estaban muy embebidas en hidrocarburos.

Efectivamente, en Paraguay hay reservas importantes de petróleo y gas no convencional y ya se está pensando en hacer *fracking*. Entonces, si yo me pongo a decir que no quiero que se contamine acá ¿y tras la frontera? El mundo no tiene fronteras. Cuando decimos que hay que cuidar el medioambiente, hay que cuidar el medioambiente global. Si yo tiro la basura en el Río de la Plata esa agua va a circular por todos lados a través de las corrientes oceánicas. Entonces, todos tenemos que tener control, no para ser extremistas sino para ser cuidadosos.

Decimos ferozmente: "No al *fracking* en Uruguay y ¿en otros lados qué? Si se va a adoptar una medida, esta debería ser una política de la región: cuáles van a ser; quiénes van a controlar; quiénes van a monitorear. Hay que tener la mente un poco más abierta, porque si yo digo acá no pero en Brasil, en Argentina o en Paraguay lo hacen, hipotéticamente, puedo sufrir los mismos daños que si lo hiciese.

Entonces ¿por qué vamos a decir que no a una tecnología si no tengo elaborada una línea de base? Las tecnologías, en particular, del *fracking* han mejorado sustancialmente en los últimos quince años, y cada año que pasa mejora más todavía. He leído distintos trabajos según los cuales en el primer año el encamisado de los pozos falla -tanto en pozos convencionales como en no convencionales- y a los quince años falla el 50%; puede ser más o puede ser menos, y hasta mucho menos. A lo que voy es que debemos tener la mente abierta para saber qué es lo que se podría generar, en el caso hipotético de que se llegase a aplicar esa tecnología en la región, ya no en el país.

Reitero que si no tenemos una línea de base, después podemos estar echando la culpa a algo cuando ya teníamos un problema previo y no lo habíamos detectado porque no se había estudiado.

La dirección nacional de Minería y Geología hizo una línea de base en relación a las aguas subterráneas de la región de Valentines. Podría haber sido un excelente insumo si hubiera aparecido una explotación de hierro en la región.

Y no sólo es el agua; es el ambiente. Hay estudios sobre calidad del aire que aunque sea en el medio del campo hay que hacerlos porque, quiérase o no, allí hay caminos, carreteras, camiones que circulan, etcétera. Es necesario generar una línea de base de todas las temáticas, porque si no vamos a echar la culpa a algo cuando no conocíamos la previa.

Por tanto, humildemente, en muchos temas todavía estamos en pañales.

Hasta aquí he hecho referencia a las diferentes lecturas; no hay posiciones personales.

En cuanto a los argumentos a favor puedo decir que implican la rentabilidad de la explotación. Los países que están en condiciones de aplicar la tecnología del *fracking* entienden que si no lo hacen quedarían detrás de la cadena energética con respecto a los que sí la aplican. En Estados Unidos se han hecho serios trabajos que demuestran que se ha incrementado y mejorado la economía de las regiones y de los Estados donde se ha aplicado la extracción de petróleo y gas convencional y no convencional. Cada pozo, como decía al principio, son quince años; no quiere decir que se haga un solo pozo sino

que se puede abandonar y hacer otro en otro lado. De esta manera, se van produciendo mejoras económicas y sociales a su alrededor.

Asimismo, hay un gran número de estudios sobre la aceptación o no de esa tecnología. Algunos demuestran que hay diferencia a nivel de sexos, razas o capacidad económica de las personas encuestadas. Las mujeres están más en contra del *fracking* que los hombres. La gente mayor está más en contra que la más joven y la de mayor poder adquisitivo está más en contra que la de menores recursos económicos. Además, para el caso particular de Estados Unidos, el término *fracking* tiene connotaciones obscenas o de mala educación; entonces, se ha utilizado esa palabra para generar reticencia en la población.

En definitiva, hay información muy interesante en relación a esta tecnología que muchas veces es manipulada de forma mediática.

Asimismo, a nivel racial las personas no blancas -como señala el trabajo- están más a favor que las mayorías raciales blancas. Existen muchos estudios -desde el punto de vista de la sociología, la economía o la psicología- que demuestran que las poblaciones que ya estaban alrededor de estas empresas, en los primeros años comienzan a tener estrés porque viene gente de afuera y hay mayor ansiedad. Al tiempo hay un reacomodo de la población aceptando esta industria. También en los primeros años hay problemas con la delincuencia pero después también se reacomodan porque va gente de las afueras en busca de trabajo.

Si bien no soy experta en psicología, en economía o en sociología me resultó muy importante tener un panorama más general -fuera de lo que es la sismología- en cuanto a la implementación de estas tecnologías. Muchas veces, desde una sola visión, uno se puede dejar influenciar por el bombardeo mediático y está bueno poder reconocer que aquellas cosas que se dicen como verdades absolutas, con determinado fanatismo, terminan de convencernos de que aquello es malísimo. Sin embargo, cuando se empiezan a ver otras cosas, uno se da cuenta de que en verdad no era tan malo, y al hacer el análisis compasivo con la aplicación de otras tecnologías que se aplican de forma cotidiana, legal y ambientalmente "piolas", en realidad no es tan así. No tenemos que asumir una actitud de ir en contra de una tecnología cuando no tenemos toda la información.

Agradezco a la Comisión que me hayan invitado porque aprendí un montón de cosas y, si bien no cambié de opinión, puedo tener una visión más objetiva de la que tenía un año atrás.

Por otro lado, las empresas aseguran que la contaminación de los acuíferos es mínima; cuando vamos a la parte que está en contra, dicen que no es tan así. Lo importante es tener líneas de base. ¿Qué sabemos hoy del grado de contaminación que tienen nuestros acuíferos, nuestras aguas? Puede haber contaminaciones de los acuíferos profundos que vengan de la superficie -en las aguas superficiales o en las zonas de recarga- y no lo sabemos. Por eso insisto en que hay que tener líneas de base.

Si yo genero un terremoto de magnitud 3,5 o 4 y estoy rompiendo una roca, ¿qué seguridad tengo de que no estoy rompiendo el encamisado de los pozos? Fue así que pensé en buscar cómo se hacen los encamisados para saber si la hipótesis con que comencé es válida. Empecé a ver que los encamisados -que lo que hacen es cubrir y proteger las unidades geológicas y los acuíferos que están por debajo- se construyen con materiales que resisten las presiones de las aguas y el estrés horizontal a medida que se baja en profundidad. A mayor profundidad, mayor presión, pero -por decirlo de alguna manera- tienen cierto grado de elasticidad que no genera porosidad, por lo que protegen

y resisten eventos sísmicos de mayor magnitud. Sinceramente, estaba convencida: si rompo una roca, ¿cómo no voy a romper el pozo? Hay que romper un mazacote de roca, sobre todo cuando hablamos del basamento, que es mucho más duro que una pelita; es mucho más fácil romper una pelita que un granito. Esto me parece muy importante aclararlo, porque yo estaba con anteojeras, como los burritos: si se rompe esto, se tiene que romper lo otro.

Un tema aparte es todo lo que tiene que ver con las mejoras económicas para los Estados o los países, producto de la venta de los hidrocarburos o del gas que se produce.

Uno de los argumentos en contra del *fracking* es la contaminación de las aguas subterráneas con posible desplazamiento hacia la superficie, hacia las fuentes de uso doméstico. Los aditivos que se mezclan con el agua y la arena son tóxicos. Hay un montón de bibliografía al respecto, porque en Estados Unidos se ha exigido que se diga cuáles son los químicos que se introducen en el proceso de *fracking.* Se introduce un 95% de agua, 4% de arena y 1% de compuestos químicos; o sea que podemos hacer la cuenta de qué cantidad de compuestos químicos hay por litro. Sí se sabe que esos compuestos químicos pueden ser cancerígenos, generar alergias, ocasionar daños a la salud, afectar el sistema nervioso central y otra serie de cosas, al igual que estar en contacto con pilas, no generar buenos residuos sólidos en los hogares, respirar la emisión de gases vehiculares esperando en una parada de ómnibus, etcétera. No pretendo minimizar el daño de los químicos que se ponen en el agua, sino hacer notar que lo otro también hace daño.

Aclaro que no soy ecologista fundamentalista ni mucho menos. Trato de tener una posición racional frente a la actividad del hombre y no ponerme una bandera de esto sí o esto no. Quiero que lleguen a que hay un montón de cosas que producen contaminación a las cuales tampoco le estamos prestando mucha atención. Hoy tenemos en el país la primera planta de residuos sólidos, pero eso no quiere decir que las familias hagamos las cosas como corresponde cuando se nos rompe una lamparita de bajo consumo, cuando se nos estropea la batería de una computadora o de un celular. En general, las tiramos a la basura y con eso generamos una fuente de contaminación brutal sin ser conscientes. Lo mismo sucede con los plásticos, con las bebidas embotelladas y con todo; entonces, no podemos radicalizarnos en contra de algo cuando hacemos la vista gorda con respecto a un montón de cosas de la vida cotidiana.

Otro argumento en contra es la destrucción de todo el territorio ocupado por el sistema de fracturación, como lo hace cualquier otro tipo de industria.

Se habla del efecto nocivo sobre las estructuras próximas a las plantas de extracción producto de la actividad sísmica de poca intensidad pero recurrente, que es lo que estuvimos comentando.

Otro efecto es la emisión de gas metano hacia a la atmósfera. Hay que saber que hay rocas que liberan metano de forma natural que se trasmite a los acuíferos y no tiene nada que ver con el *fracking,* como también hay pérdida de metano producto de esa tecnología. Ya existen rocas y acuíferos que tienen contaminación con metano naturalmente porque está ahí adentro.

Se dice que consume gran cantidad de agua y energía, que hay un impacto acústico muy fuerte en las zonas de extracción, que son muy localizadas, y contaminación en los vertidos originados. En general, los trabajos que leí hablan de una recuperación de los líquidos de un 85% a un 90%; por lo tanto, hay una reutilización de los fluidos. Lo que pasa en general y se cita en forma reiterada en los trabajos del mundo que se han publicado es que en muchos lugares falta una regulación legislativa. No me

refiero a lo que se me viene encima sino a hacer una previsión de lo que nos puede ocurrir y tener las reglas claras.

Comparto que la industria del petróleo necesita requisitos claros en los países que tienen petróleo convencional o no; esto es en general. No es que debamos decir: como tenemos hidrocarburos, debemos poner los requisitos claros, pero a partir de los ejemplos de distintos países podemos aprender y adelantarnos en el caso hipotético de que existiera algún recurso de este tipo. Los reguladores deben tener una base científica sólida. Es fundamental tener caracterizados los lugares para cualquier tipo de emprendimiento, sea *fracking* o minero de mediana envergadura, que es lo máximo que podemos llegar a tener nosotros. Siempre, implantar una nueva actividad va a generar una amenaza al ambiente; eso sucede al comprar un campo que no tenía nada y poner vacas o a arar. Si voy a hacer algún tipo de cultivo, voy a usar maquinaria que libera gases, voy a usar las carreteras, que se van a estropear más que si no pasara un tractor, tres o veinte. Es decir, todo tiene un impacto, y si tenemos una buena regulación podemos ver cuál va a ser el freno que le podemos poner a una empresa, cualquiera sea el emprendimiento para tratar de minimizar los daños al ambiente. Ya por estar sobre el planeta Tierra estamos generando un daño al ambiente. Respirar, comer, vestirnos, todo genera un daño al ambiente.

Otra de las cosas que me pareció interesante considerar es que económicamente esto podría resultar óptimo para un país, por lo que previamente a decir no *per se,* se debería realizar una línea de base seria. En muchos países se recomienda una moratoria y no una prohibición; para mí esto es fundamental, porque si yo prohíbo, no genero una línea de base. Prohíbo y me olvido del tema, ya sea del *fracking* o de lo que sea. Ya está, dije que no, puse la plancha; listo, no se hace más nada. Entonces, no estudio y como Estado no obligo a que se generen esos estudios, porque ya está, dije que no. Mañana viene otro, dice que sí y yo no generé en ese período conocimiento ni valores de datos de situación del ambiente, con monitoreo. El monitoreo implica un continuo *aggiornamiento* de la información que se genera e ir viendo la evolución de lo que sea: de las aguas subterráneas, del aire, de la producción, del impacto que genera cualquier actividad en el ambiente. No lo hago.

Nuestro país no tiene líneas de base de muchas cosas, por un lado, porque no se han generado políticas que sugieran enfáticamente que los investigadores debemos hacer líneas de base de la mano de los organismos del Estado. En lo personal, creo que es un debe que tenemos. En algunas cosas, porque somos muy jóvenes en determinadas áreas de la ciencia y, en otras, porque la vorágine de estar en los centros de investigación, en que hay que publicar, hacer esto y hacer lo otro, no nos permite tener un contacto con la sociedad real.

En el caso de los sismos, en Norteamérica existen bases de datos de catálogos sísmicos desde 1900. Nosotros recién empezamos en 2013. Es un poco tarde. Ya en 1887 se había solicitado la instalación de un sismógrafo y recién en 2013 logramos tener el primer sismómetro. Tenemos un registro que ha tenido períodos de tiempo sin mediciones por razones técnicas o falta de recursos. Hoy no podemos decir: tengo un pequeño catálogo de 2013 a 2016 completo; lo tenemos casi completo, pero ese ejemplito nos está mostrando lo que nos está faltando de conocimiento del subsuelo, por ejemplo.

Hoy tenemos algunas herramientas para generar información que pueda aportar a un montón de cosas del conocimiento. Es cuestión de tener la voluntad. Hoy, el Ministerio de Industria, Energía y Minería tiene catorce acelerómetros que le va permitir no solo monitorear la actividad de las explosiones de las canteras -con ese objeto fueron

adquiridos- sino que además se pueden utilizar para hacer lo que se conoce como tomografías sísmicas, que nos permiten conocer el subsuelo a través de la propagación de las ondas sísmicas en determinados lugares puntuales, para generar conocimiento de qué hay abajo y qué puede ocurrir si se realiza algún tipo de actividad industrial o lo que sea. Creo que estamos en posición de decir: nos está faltando un montón de información para decir sí o no a determinado tipo de cosas. Hoy, la tendencia, no solo a nivel nacional sino en el mundo, es primero a decir que no antes de estudiar o generar la información y el conocimiento adecuados. La falta de conocimiento le sale muy cara a los países, ya sea porque se hacen cosas mal o porque no se hacen porque no se tiene dicho conocimiento. No es que tenga una posición academicista frente a esto sino que creo que el país necesita tener conocimiento de base desde muchas ópticas, desde muchas áreas, para poder enfrentarnos en el futuro a cualquier tipo de emprendimiento industrial de mayor o menor envergadura, para que no nos pase lo que nos pudo haber pasado con Botnia en su momento. No teníamos líneas de base. No las tenemos. No hacemos monitoreos.

Uno podría decir, ¿por qué ocurre eso? Porque tampoco tenemos la cantidad necesaria y suficiente de actores, de académicos que puedan llevar adelante todos esos trabajos, porque hay que ser multifunción. Hay que estar en un lugar, en otro y en otro para poder llevar adelante pequeños proyectos. Creo que el país no tiene la cantidad suficiente, por ejemplo, de geólogos. Debería haber un geólogo o dos en cada una de las intendencias del país, para poder controlar desde el punto de vista ambiental y hacer regulaciones de ordenamiento territorial con una visión desde la geología, por ejemplo en el tema de las aguas. Quizás hoy no tenemos la cantidad necesaria de técnicos ni de formadores. Hablo de la geología pero hay ejemplos en otras áreas. Nos está faltando comprometer a esos actores para que hagan un bien al país.

Según la Real Academia Española, prohibición significa vedar o impedir el uso o la ejecución de algo, mientras que moratoria es la prórroga en el plazo establecido para algo, en este caso, para el cumplimiento de una obligación. Creo que nuestra obligación es generar el conocimiento y la línea de base que necesita el país, no solo para el *fracking* sino para cualquier tipo de actividad mayor o menor que generemos en el territorio nacional. Es lo que le va a dar seguridad al país, a sus ciudadanos, de que cuando uno toma una decisión por sí o por no tiene los fundamentos técnicos para avalarla. Si no tenemos el conocimiento, la decisión que tomemos no va a tener un sustento. Entonces, creo que es importante en este caso particular no decir no sin generar conocimiento. En cambio, si pongo una moratoria por ene años, sé que en ese tiempo debo conocer, cumplir y generar una línea de base. "Cumplir" quiere decir que el Estado, el Gobierno tomará medidas para generar una línea de base de esto, esto y esto. ¿Por qué? Porque somos vulnerables y si no tenemos el conocimiento, vamos a ser más vulnerables aun. Después, nos ponemos en actitudes fanáticas de decir que no porque tenemos miedo. Todos tenemos miedo a que ocurra algún desastre en el ambiente, pero no quiere decir que vaya a ocurrir necesariamente. El caso típico es Holanda, donde una empresa hizo esta explotación y no generó ningún tipo de problema ambiental, mientras que en Suiza o no recuerdo dónde, sí lo hizo. ¿Por qué? Porque las rocas cambian; entonces, aplicar una tecnología en un sitio no es lo mismo que aplicarla en otro. Sí generó sismicidad inducida en Holanda y el Estado tuvo que pagarle a la gente las casas que les rompió la acumulación de esas tensioncitas.

Hoy, viendo los ejemplos de otras partes del mundo podemos tomar medidas no tan extremas como una prohibición. Obviamente, esa es mi posición y no quiere decir que lo vayan a hacer, pero me parece que lo más racional es establecer una moratoria con el

compromiso de generar el conocimiento de base que requiere el país para lo que sea, no solo para el *fracking.*

SEÑOR PRESIDENTE.- La exposición fue muy exhaustiva y aprendimos mucho.

SEÑOR DE BENEDETTI (Mauricio).- Agradecemos la presencia de la doctora. Sabemos que fue directora de la Dinamige, así que algo conoce de este tema.

En principio, me parece que hay que estar de acuerdo con la moratoria y no con la prohibición, primero porque los estudios van avanzando y, segundo, porque las técnicas también. No fue lo mismo el *fracking* en el sesenta que hoy ni lo que va a ser dentro de veinte años.

Se habló de que las placas se pueden llegar a mover y originar sismos. Si no podemos controlar el movimiento de una placa, es casi seguro que tampoco podemos controlar la contaminación de un acuífero. Yo soy de Paysandú y por eso me preocupa mucho la parte del acuífero. Si bien es compartido con otros países, si Uruguay toma primero la decisión de no hacer *fracking* con la tecnología actual, estudiar un poco más y con ese precedente ir a los otros países y decirles nosotros hicimos esto, por qué no aplicar todos el mismo criterio sobre el acuífero Guaraní. Países como Brasil o Argentina, que son enormes, pueden hacer *fracking* lejos del acuífero Guaraní sin problema.

Usted habló de liberación de gas radón. ¿Es radioactivo, verdad?

SEÑORA SÁNCHEZ (Leda).- En su casa, si no ventila, tiene acumulación de gas radón, porque está presente en los materiales de construcción, en las rocas naturales. Así como se libera radón en un terremoto, se puede liberar a través de las fracturas que se generan por *fracking*. Yo siempre les digo a mis alumnos que se ventilan las casas gracias a Marie Curie. ¿Para qué? Para cambiar el aire. Hay un montón de casos de gente que ha sufrido cáncer porque vive en casas construidas con piedras, con granitos, que tienen uranio, que es un elemento radioactivo. Hoy está mucho más controlado, pero es parte de la naturaleza. No tiene la culpa la minería ni el *fracking;* la naturaleza es así y nosotros estamos ahí por procesos evolutivos.

En el caso del acuífero, en lo personal no creo que si Uruguay le dice a Paraguay que no haga *fracking¸* este le diga que está bien, que no lo hace, porque importan las mejoras económicas para los países. En Paraguay está bastante avanzado el tema de la extracción de hidrocarburos; no sé si no llegamos tarde.

No podemos enfrentar los problemas sin conocimiento cuando se nos vienen encima. Hay que hacer un poco de planificación. A partir de ahora, si efectivamente Paraguay hace *fracking,* ¿qué vamos a hacer? ¿Qué hacemos con nuestros acuíferos en la zona de recarga, donde sabemos que hay problemas de contaminación? ¿Estamos tomando las medidas necesarias? ¿Estamos controlando las zonas de recarga de nuestro acuífero en el país? ¿Sabemos que las aguas se cargan de agrotóxicos producto de la agricultura? Hay que comer, ¿no? ¿Estamos tomando alguna medida de control, de monitoreo? Es lo mismo. Debemos tener datos, que son los que nos van a decir qué hacer más adelante y controlar. Con medidas extremas no resolvemos, a veces, los problemas. Los resolvemos ahí, en el instante, pero no a futuro. La idea de hacer líneas de base y generar conocimiento es para tener respuestas no solo ahora sino para el futuro, para nuestros nietos, quizás.

SEÑOR PERDOMO GAMARRA (Alberto).- Realmente aprendimos -como decía el presidente- sobre temas conflictivos. El presidente también estuvo a cargo de la comisión especial sobre megaminería, que genera esa situación especial: tiene muchos contrarios y los beneficiarios no tienen defensas.

Como decía la doctora, toda actividad humana termina cambiando el ambiente y, de hecho, estamos orgullosos de la civilización. Por tanto, se requiere una regulación sobre esos aspectos y está buena esa posición sobre la línea de base requerida a efectos de ese diagnóstico de estado de situación para saber dónde estamos. Me parece que es una línea de trabajo y de debate bien interesante.

Muchas veces se piensa que la fracturación hidráulica es una tecnología nueva, pero está siendo utilizada desde poco tiempo después de que terminó la Segunda Guerra Mundial, desde los años cuarenta. Hay muchos países donde se ha desarrollado esta tecnología: Polonia, Dinamarca, Reino Unido, Canadá, Estados Unidos. Argentina, en Vaca Muerta, tiene este procedimiento para el *sheil oil* -no todavía para el *sheil gas*- y los avances en Paraguay son un hecho evidente. Se piensa que es una tecnología nueva, pero hay avances, con esquemas diferentes, y se va perfeccionando. Muy bien decía la doctora Sánchez: también importa dónde y bajo qué parámetros.

Se presume que estamos en más o menos dos millones y medio de fracturas hidráulicas realizadas; más de un millón en Estados Unidos y las demás en el resto del mundo. Hay un par de ejemplos que utilizan mucho los detractores de esta tecnología sucedidos en Pensilvania y Wyoming; inclusive hubo unas contaminaciones acuíferas relevantes que fueron tema de debate nacional en Estados Unidos, que es el país que más ha desarrollado esto. China es el que le sigue en función de las reservas de estos elementos no tradicionales que tiene. Uno puede relatar eventos, pero cómo se miden frente a los dos millones y medio de perforaciones. No sé si ese dato existe o no; realmente lo busqué y no aparece en las consultas que uno puede hacer por la web. La doctora mencionó algunos porcentajes sobre los pozos realizados, la evaluación a los quince años, etcétera. Estadísticamente hablando, ¿en qué proporción sucede esta serie de eventos relatados? Si los eventos son los que uno puede ver en la web, parecen importantes para su zona -la doctora relataba algunos- pero muy pocos frente a las dos millones y medio de perforaciones realizadas. Estaría muy bien saber cuántos eventos terminaron siendo perjudiciales para el medio ambiente en relación con la cantidad de perforaciones realizadas con esta tecnología.

SEÑOR VARELA NESTIER (Carlos).- En realidad, es muy interesante escuchar distintas opiniones y, sobre todo, visualizar diferentes caminos.

La doctora señalaba tres posibilidades: la prohibición, la moratoria o no hacer nada; a esta última me niego absolutamente.

Creo que vivimos en un país que, habitualmente, corre detrás de los problemas; no los prevé. Me parece que ahora estamos ante una extraordinaria posibilidad de preverlos. Como se señalaba, no sabemos si tenemos hidrocarburos ni si vamos a utilizar la técnica del *fracking*, pero me inclino por prever esa posibilidad a tener que remendar o legislar para corregir alguna situación ante los hechos ya consumados.

Siempre me he inclinado por la dimensión regional para analizar este problema. Es absolutamente cierto lo de Paraguay y que no podemos señalar el camino a los demás países, pero ello no impide que tomemos medidas. La energía atómica se desarrolla en Brasil y Argentina pero nosotros tomamos decisiones sobre nuestro territorio. Creo que, en este caso, debemos tomar una decisión y luego llevarla a los ámbitos internacionales. El hecho de que Argentina, Paraguay o Brasil lleven adelante el *fracking* no impide que soberanamente en nuestro país decidamos qué hacer. Efectivamente, compartimos recursos; las fronteras las fijó el hombre, no la naturaleza, y la discusión deberá llevarse a los ámbitos que corresponda. Pero, reitero, debemos establecer las reglas de juego en nuestro territorio.

Por tanto, más allá de lo que hagan los demás países debemos adoptar nuestras propias decisiones pero con todos los elementos de juicio necesarios, sin preconceptos. Personalmente, tengo una posición tomada pero la puedo modificar; no soy fundamentalista. Me baso en la experiencia de una cantidad enorme de países que ya han adoptado decisiones al respecto, en uno u otro sentido. También tengo claro que los países que aún habilitan el *fracking* tienen una práctica de utilización de los recursos humanos y naturales que poco tienen que ver con la conservación del planeta sino más bien con la utilización al máximo del capital invertido donde se desarrollen las inversiones.

En principio, mi posición es la de prohibir el *fracking*; lo quiero decir claramente. Podría inclinarme por la de la moratoria si ello generara efectivamente en Uruguay lo que la doctora señala como imprescindible, esto es, que en el período en que esa moratoria existe se hagan los análisis y estudios correspondientes. Ojalá eso pase aunque no es la práctica que hemos seguido en el país hasta ahora. Pienso que deberemos seguir teniendo elementos de juicio para tomar una decisión madura -lejos de los fundamentalismos- y responsable por parte del Poder Legislativo, ya sea con las actuales generaciones pero, fundamentalmente, con las futuras.

Sinceramente, debo decir que la intervención de la doctora me ha hecho pensar mucho, revisar posiciones y eso es lo positivo del intercambio de opiniones en este ámbito, cuando uno viene con la cabeza abierta a escuchar las diferentes posiciones sobre este tema. Y solo cuando esto esté maduro tomaremos las decisiones correspondientes.

SEÑORA SÁNCHEZ (Leda).- He mostrado aquí algunos ejemplos, pero hay cientos publicados. No son la totalidad porque, como dije, no todo está publicado.

Entonces, siempre que tenemos una obra de infraestructura importante tenemos asociada una sismicidad inducida. Recién ahora le estamos hincando más el diente al control y al monitoreo, y las empresas están contratando servicios sismológicos para hacer líneas de base. Es más, cuando escuchaba al señor Diputado sentía como vibraba el piso y eso es una forma de sismicidad inducida, que seguramente se deba al tránsito.

Insisto en que todo genera sismicidad inducida. Ahora, si yo no conozco cuál es la sismicidad de base, cuál es la intensidad máxima que yo tengo en un lugar sin nada, no puedo modelar el desarrollo del fracturamiento hidráulico, o lo que sea, porque el comportamiento de la naturaleza no responde a lo que queremos modelar. Pero podemos tener una idea más profunda de cómo funciona, dónde están las zonas de falla o los lugares donde se están liberando pequeñas energías. En todos los emprendimientos donde hay inyección, extracción de agua, represas, minería o transporte público, está asociada la sismicidad inducida. El sismólogo tiene más bien una visión humanista, pues al estudiar los terremotos lo que se quiere en definitiva es salvar vidas. Se quiere proteger a la sociedad frente a cualquier evento -natural o no- que ocurra en el subsuelo y ocasione daños a la población civil. Hay terremotos, de menor o mayor magnitud, asociados a cualquier tipo de emprendimiento. Se puede pasar de una sismicidad de 0.5 de magnitud a una de 1.5 o 2, dependiendo de la técnica que se utilice o de la industria que se lleve adelante. Para el caso de Uruguay, si no conocemos la sismicidad natural, no podemos pensar en cual puede llegar a ser el riesgo y la vulnerabilidad de la gente frente a un evento sísmico.

Entonces, tenemos que educar a nuestra gente, a nuestra población para que sea resiliente ante cualquier tipo de eventos como, por ejemplo, lo que ocurrió en Dolores el pasado mes de abril, o ante un evento sísmico. Tenemos una negación frente a los eventos naturales. Todo el mundo dice: "No, en Uruguay no hay terremotos". Pero ha habido; hay datos históricos de 1848, que fueron publicados en la Revista Nietzsche. Y

todavía seguimos diciendo que no. Recién a partir de 2010, cuando hemos hecho un poco más de ruido y se han compartido datos e información en escuelas y liceos, la gente empezó a convencerse de que si han habido. Pero si decimos que no hay, la capacidad de resiliencia que tiene la población frente a la ocurrencia de algún evento, va a ser nefasta.

Por eso es fundamental el conocimiento. Yo, simplemente, puedo aportarlo desde una sola área, pues no sé de hidrogeología y, si bien he trabajado en algunos temas de contaminación ambiental, ha sido desde el punto de vista geofísico. Es fundamental generar la información y el conocimiento adecuado para poder trasmitirlos.

Concretamente, hay sismicidad en cualquiera de los pozos que se inyecte así como también en las represas, en Salto y en el Río Negro, pero no lo estamos midiendo.

A mí lo que me preocupa, conociendo mínimamente nuestra idiosincrasia, es que si nosotros decimos que no y prohibimos, después nos olvidamos del tema y no generamos la información que el país necesita, no solo para esto sino para cualquier otro tipo de hechos. Por eso yo decía que no tenemos líneas de base en nada. Si yo prohíbo, ya está, me lavé las manos. Deseo aclarar que no es mi actitud frente a la vida, pero ocurre por la velocidad con la que vivimos y hacemos cosas; es un renglón menos en la lista de cosas para hacer. La gente ya ni lee, por decirlo de una manera burda.

En síntesis, creo que es importante generar información para poder decir que no, pero con propiedad.

SEÑOR PRESIDENTE.- Personalmente, me quedé con ganas de formular algunas preguntas pero, sin duda, no faltará oportunidad.

La Comisión le agradece su presencia en el día de hoy.

(Se retira de Sala la doctora Leda Sánchez, del Instituto de Ciencias Geológicas de la Facultad de Ciencias)

(Ingresa a Sala una delegación de la Sociedad Uruguaya de Geología)

——La Comisión de Industria, Energía y Minería da la bienvenida a la delegación de la Sociedad Uruguaya de Geología, integrada por los doctores Claudio Gaucher y Jorge Montaño, a quienes les cedemos el uso de la palabra a fin de que nos den su opinión sobre el tema de fracturación hidráulica para la obtención de hidrocarburos.

SEÑOR GAUCHER.- Muchas gracias por la invitación.

Como ustedes saben, la Sociedad Uruguaya de Geología es una sociedad científica fundada en el año 1972 y nuclea a la gran mayoría de los geólogos profesionales pero también a aquellos que están interesados en la ciencia como tal, ya que es una sociedad científica y no profesional. Entre nuestras tareas está la de asesorar en temas que tengan que ver con la geología, los recursos minerales, las aguas subterráneas y demás.

En lo que respecta al tema del *fracking*, curiosamente hace poco tiempo se publicó, en la revista científica de la Sociedad Uruguaya de Geología, un trabajo sobre el tema que está bastante adaptado a la problemática uruguaya, que es especial.

En la presentación que les hemos traído podemos ver que el tema del *fracking* puede ser un milagro de la técnica o un desastre ambiental, de acuerdo con la manera que se aplique. Probablemente, esto se pueda aplicar para cualquier tecnología.

El término *fracking* refiere a la abreviatura "fracturación hidráulica" donde lo que se va a hacer es una perforación -como todo pozo petrolero-, solo que aquí se transforma en

horizontal. Esta técnica de perforación horizontal permite desarrollar la fracturación hidráulica. Se pueden perforar cientos de metros dentro de la propia formación y no solo atravesarla de lado a lado, como sería el caso de las perforaciones normales verticales. Aquí lo que se va a hacer es colocar primero cargas explosivas que generan las primeras fracturas y luego se va a inyectar, desde arriba y a gran presión, una mezcla de agua con alrededor de un 1% de productos químicos y una gran cantidad de arena. Eso va a ser bombeado y lo que va a generar esa gran presión es que estas fracturas se agranden decenas y cientos de metros, hacia arriba y hacia abajo. Los productos químicos que se inyectan son agresivos con respecto a la roca, y permitirán que se liberen los hidrocarburos, ya sean líquidos o gaseosos, que estaban atrapados por tratarse de una roca de muy baja permeabilidad. Los yacimientos de *fracking* son rocas que tienen hidrocarburos atrapados en su interior pero que no los pueden liberar porque su permeabilidad es muy baja. Al final lo que vamos a tener es un flujo de gas, de petróleo o de condensado que luego puede ser explotado y transportado por un gasoducto u oleoducto.

El primer pozo de este tipo se realizó en 1947, en el campo de Hugoton, en Kansas, Estados Unidos, por lo que se trata de una técnica vieja. Lo que ocurre es que su aplicación masiva se dio recién hace diez años.

Algo muy importante a tener en cuenta es cómo se van a propagar esas fracturas que se estimularon en la roca. De eso va a depender cómo los líquidos inyectados, y aquellos que van a fluir luego de la formación, se van a propagar por el medio. Si esas fracturas están circunscriptas solo a la formación que se quiere explotar no va a haber peligro de contaminación. En cambio, si esas fracturas se propagan hacia formaciones superiores entonces sí puede habar peligro de contaminación. Como se puede observar en la imagen, la fractura se propaga más fácilmente hacia arriba que hacia abajo, y esto se debe a un problema de presión: abajo hay mayor presión que arriba por la columna de roca que está encima, lo que se denomina presión litostática. Fíjense que las fracturas más largas que se han medido pueden llegar a propagarse hasta unos 300 metros por encima del nivel donde se está haciendo fracturación hidráulica. Hacia abajo es un poco menos, alrededor de 200 metros es el máximo que se ha medido.

En el año 2011, el servicio geológico de Estados Unidos publica un trabajo basándose en uno anterior -y más extenso- que refiere a los recursos de gas de petróleo y lutita en el mundo, lo que se denomina el "shale gas" y el "shale oil". Y allí muestran la cuenca norte de Uruguay. Ese trabajo provoca una gran sorpresa en todo el mundo desde el punto de vista geológico porque en un mapa ellos muestran estos corredores donde, en color verde se indican los lugares posibles de que haya petróleo de lutitas y, en color rojo, de que exista gas. Según este informe, hay un potencial bastante grande: 3.750 millones de metros cúbicos de gas a más de 3.200 metros de profundidad -este es un dato interesante a tener en cuenta- así como una cantidad importante de petróleo que, traducido en el consumo de Uruguay, representaría ochenta y tres años de consumo de gas y treinta años de consumo de petróleo.

Por supuesto, se trataba de recursos hipotéticos ya que no había reservas probables. ¿Cuál es el problema con esto? Cuando uno ve en que se ha basado este trabajo advierte que se trata de un resumen, de un congreso, presentado por dos técnicos *junior* de Ancap y no muestra nuevos datos porque, en realidad, los únicos que pueden generar cosas como estas son las perforaciones. Obviamente, el Servicio Geológico de Estados Unidos no perfora en Uruguay.

Estas líneas que estamos viendo en la imagen se llaman isopacas e indican la profundidad de la cuenca, el espesor de los sedimentos y otras rocas que incluye la

cuenca norte. Aquí tenemos 600 metros, 800.000 metros y los espesores más grandes en el entorno de 2.300 o 2.400 metros. Nunca pudimos saber cómo es que llegan a los 3.200 metros de que se habla, porque no existen 3.200 metros de sedimento.

Quiere decir que en todo esto se tiene la idea de que se está queriendo cazar un oso que no existe. Además, todos los datos que hay de maduración de la materia orgánica en este cuenca, muestran que está inmadura; el petróleo ni siquiera se habría llegado a generar y el gas menos todavía. En esos casos no hay *fracking* que ayude porque el problema es que con esta técnica solo se puede extraer recursos de gas o de petróleo que se hayan formado, pero no puede generarlo.

Hecha esta primera salvedad, ahora vamos a referirnos al *fracking* como tal, a sus pro y sus contra.

Esta técnica permitió una revolución energética en Estados Unidos; de eso no cabe ninguna duda. Acá tenemos la curva de producción de petróleo de Estados Unidos en miles de barriles, que está en el entorno de los 3.000.000.000, llegando a su máximo histórico en 1970 con 3.500.000.000 de barriles anuales. Posteriormente a ese pico histórico la producción desciende. La tendencia hubiera sido que esto llegue hasta el 2015 con 1.500.000.000 de barriles al año. Sin embargo, el comienzo del *fracking* permite quebrar esta tendencia y volver a tener una producción igual a la del máximo histórico. Esto es claro que se debe a la técnica de la fracturación hidráulica. De hecho, las propias estadísticas de la Administración de Información de Energía muestran que en 2015 el 51% de la producción de petróleo de Estados Unidos viene por *fracking* y solo el 49% por recursos convencionales, sin utilización de esta técnica

Quiere decir que aproximadamente 5.000.000 de barriles diarios se están produciendo por el método de *fracking*, lo que implica US$ 200.000.000 por día de recursos gracias a esta técnica lo cual es una entrada muy importante.

Como hemos visto, el año 2015 fue el pico y hoy día la cantidad de producción disminuyó en un millón de barriles, porque el precio bajó a niveles tan inferiores que muchos de los campos que se extraen con *fracking* ya no son rentables. Un valor de US$ 27 o US$ 30, o como ahora que no llega a US$ 50, hace que la gran mayoría de los campos, como dije, no sean rentables. Esta caída va a continuar. La EIA, Energy Information Administration, dice que se va a estabilizar en el entorno de los 8.000.000 de barriles diarios de producción.

Asimismo, con el gas pasa lo mismo y aún más, porque este elemento está mucho más atado a la producción local. El petróleo, sin embargo, soporta más fácilmente un transporte. La producción de gas ha ido creciendo y seguirá haciéndolo, y tanto "shale gas" como "tight gas" son recursos explotados con *fracking*; estamos hablando de más de 70% de lo que está explotando Estados Unidos.

Por tanto, la importancia es enorme desde el punto de vista económico. En los países donde hay recursos que pueden ser explotados con *fracking* pueden llegar a tener una enorme importancia. También hay que decir que esta misma técnica se puede aplicar aguas afuera, con una perforación en la plataforma continental.

La imagen que vemos ahora muestra la distribución de las áreas con producción de los Estados Unidos, cuya mayor parte proviene de campos de Texas, Pensylvania y Nueva York aunque en el norte también hay importantes recursos.

Pasaríamos a explicar, ahora, los contras de la técnica del *fracking.* En primer lugar, sus impactos ambientales, entre ellos, el fluido inyectado que contiene alrededor de un 1% -entre un 0,5% y un 2%- de un cóctel de químicos como, por ejemplo, ácido

clorhídrico, sal, metano, etanol, pero también otras sustancias muy complicadas como el benceno, el naftaleno, la poliacrilamida y el 2- butoxietanol, todos productos cancerígenos y algunos muy difíciles de quitar del ambiente una vez que se derraman. Además, aquí se consumen enormes cantidades de agua; estamos hablando de pozos recién perforados de alrededor de 15.000.000 de litros. Cuando un pozo antiguo se va a fracturar se requiere menos agua y si saco un 1% de esos 15.000 metros cúbicos, tengo 150 metros cúbicos o 150.000 litros de todo ese cóctel de químicos. Es decir que las cantidad de químicos, inclusive la de aquellos que son peligrosos, son muy grandes. Además, según la cantidad que inyecte voy a obtener un reflujo en el cual entre el 10% y 25% va a volver; en general, hay casos en que vuelve lo mismo que inyecté. Y eso que está volviendo, que se llama reflujo, luego va a ser acompañado de otro fluido que viene de la propia formación que estoy fracturando. O sea que, además del reflujo que inyecté, va a venir un agua con cantidad de elementos disueltos que vienen de la propia formación. Acá corresponde hacer un pequeño paréntesis. Las formaciones que se van a fracturar son las llamadas lutitas o pelitas negras. ¿Por qué negras? Porque contienen mucha cantidad de materia orgánica; se formaron con falta de oxígeno, condiciones ideales para acumular una gran cantidad de metales, metaloides por ejemplo, el arsénico, el selenio, el bario, el cadmio, el mercurio, el plomo, el radio, el uranio, el torio, el vanadio, el molibdeno, que pueden pasar, según las condiciones que tenga el agua que estoy inyectando, al agua que le llamamos residual. En inglés le llaman "agua producida"; es agua residual que está viniendo de la propia formación. Esto es quizás más peligroso que lo anterior, porque contiene metales pesados, pero también materiales radiactivos, inclusive, altamente radiactivos como el radio; "radiactivo", precisamente, proviene de radio. O sea, se trata de lixiviados de las rocas fracturadas.

También habrá emisiones de metano, porque ningún sistema es totalmente estanco y el gas que en general estoy explotando es el metano. ¿Cuál es el problema con el metano? Que es un gas invernadero, mucho más potente que el anhídrido carbónico, y por cada kilogramo de metano que se inyecte a la atmósfera, tiene un efecto muchísimo peor que un kilogramo de dióxido de carbono. Esto contribuirá al efecto invernadero de una forma importante.

Otro de los puntos, es la sismicidad inducida. En estados como Oklahoma o Kansas, pasaron dos cosas muy interesantes. Desde que comenzó la fracturación hidráulica aumentó 50% la cantidad de sismos. Por otro lado, se registraron los sismos más grandes de la historia; en Oklahoma 5,7 en la escala de Richter y en Kansas 4,9. Si bien no son sismos enormes, son muy importantes. En la comunidad científica actualmente hay consenso de que en estos casos se trata de sismos inducidos, de que no se trata de sismos naturales.

Para entender qué está pasando y qué puede pasar, me pareció interesante traer esta figura. Esto está tomado de un informe oficial, muy reciente de la agencia de protección ambiental norteamericana, como nuestra Dinama. Este informe recoge experiencias de todo el país.

Ellos muestran que se van a obtener tantos cursos superficiales de agua, como de aguas subterráneas; se le van a agregar los químicos, luego se le inyectará ese cóctel, junto con arena, que va a generar la fracturación, y luego vendrá el reflujo y el agua residual, que tendrán que procesarse, porque hoy se sabe que es muy perjudicial dejarlo por allí. En zonas áridas se puede dejar evaporar y luego tratar el residuo, pero en nuestro caso no podrá hacerse, porque nuestro clima no va a favorecer la evaporación. Por supuesto, hay que evitar que esto se derrame al ambiente. Lo que está pasando ahora es que buena parte de esa agua se reinyecta, en la propia formación o en otra. Me puedo deshacer de esa agua contaminante, pero eso también tiene sus problemas.

Visto esto, los pozos deben tener un entubado telescópico y cementación; se puede apreciar que hay varios caños que se insertan unos con otros y van cementados para evitar que los acuíferos superficiales o más superficiales sean contaminados por los fluidos que van a circular por la zona que se indica. Acá se está hablando de una perforación de unos 2.000 metros y el acuífero está arriba; hay aproximadamente casi 2.000 metros entre la formación y la formación que estoy fracturando, con lo cual esta fractura no tiene ninguna posibilidad de llegar hasta ahí, porque tiene una importante cantidad de roca en el medio. Además, lo que se saca está aislado por unas tuberías y la cementación.

La tubería debe aislar los estratos superiores de los fluidos *fracking* y residuales. Si esto se cumple, se habla de que se mantuvo la integridad del pozo. El problema es que existen fallas documentadas del entubado y de la cementación.

Traje tres ejemplos citados en este informe reciente. En Ohio hubo una falla de cementación que causó contaminación de acuíferos y agua potable por el propio gas. En Colorado hubo una fuga de metano y de benzeno, lo que es muy malo porque contaminan acuífero por falla de cementación. ¿Cuál es el problema? Que se ejerce una enorme presión al pozo, lo que conlleva un estrés muy grande de las paredes del pozo. Muchas veces se usan químicos que son muy agresivos para el propio entubado, para la cementación, lo que puede llevar a que falle. En Dakota del Norte hubo fluidos de *fracking* que contaminan el acuífero al reventar el entubado.

En todos estos casos no se mantuvo la integridad del pozo.

También hay casos documentados de vertido de aguas residuales, o sea, el agua que viene de la formación, que contiene metales pesados e, incluso, elementos radiactivos. En Estados Unidos se documentaron, hasta 2015, 225 vertidos: 18 llegaron, documentadamente, a contaminar acuíferos o aguas superficiales. En Pensilvania, 38.000 litros de aguas residuales contaminaron un afluente del arroyo Towanda; en Dakota del Norte este fue el más grande de todos los vertidos ya que 11.000.000 de litros de aguas residuales se vertieron al romperse una tubería, que contaminó acuíferos y aguas superficiales, y al norte de Pensilvania, se documentó contaminación por radón un elemento radiactivo en sedimentos, suelos y aguas superficiales, es decir, un evento bastante importante.

Como se ve, no hay seguridad total en estas cuestiones.

¿Cuáles son las particularidades geológicas de Uruguay? Esto es lo que tenemos hoy en día, por lo menos publicado en Internet, y corresponde a concesiones: Schuepbach Energy, cuyas concesiones ahora son operadas por la empresa Petrel, Total, la misma que operó en *off shore* hace poco, y Ancap, que tiene acá sus concesiones. Como se ve, todas las empresas están en la cuenca norte del Uruguay, que sigue un poco el informe que mostré del servicio geológico de Estados Unidos, que mostraba las posibilidades en esa parte del Uruguay.

Esta pantalla corresponde al mapa geológico de Uruguay, a escala 1 por 500.000. Dicho sea de paso, este es el mapa de mayor escala que tenemos de todo el Uruguay. Para que uno se haga una idea de cuán detallado es este mapa, hay que analizar lo siguiente. Un centímetro en este mapa equivale a 5 kilómetros en el campo. Como se puede ver, simplemente se trata de un mapa de síntesis; yo no puedo hacer prácticamente nada basado en el mapa que tengo. Hay mapas de mayor escala, uno por 100.000, de campañas de fines de los ochenta y principios de los noventa, de aproximadamente un 30% del territorio nacional. Sin embargo, actualmente no tenemos un plan cartográfico geológico.

En este mapa figura la cuenca norte, donde hay sedimentos para explorar de hidrocarburos, pero no es la única situación que podría darse en Uruguay; de hecho, hay varias. Acá hay una que es la cuenca norte, con acuífero Guaraní. Es decir, si perforo acá, tendré que atravesar el acuífero Guaraní para llegar a la formación que estoy tratando de fracturar.

Hay otra situación que es la cuenca norte sin acuífero Guaraní; acá perforo para llegar a la formación y no tengo que atravesar, porque no existe en este lugar, el acuífero Guaraní, por lo menos, el clásico. También tengo otras situaciones posibles, porque existen formaciones con abundante materia orgánica que podrían ser blanco de *fracking* en otros lugares en Uruguay. Entre otros, la cuenca del Santa Lucía, acá nomás, que tiene una formación bastante potente, llamada "formación Castellanos", que fue perforada con varios pozos y que tiene potencial para este tipo de técnica. No se ha indicado en ningún caso, nadie lo ha dicho, pero de hecho ahí está. Asimismo, en otros lugares tenemos otras rocas, hasta con un 11% de materia orgánica, que se depositaron en un período llamado "ediacárico", y figura en este mapa. Me resta señalar la cuenca de la laguna Merín, que en realidad no marqué porque los pozos no llegaron hasta el fondo de la cuenca, solo hasta unos 1.000 metros. No se sabe qué hay debajo; hay unos basaltos, y se supone que debajo está el basamento, pero nunca se llegó. Si se perforara esta cuenca y continúa hasta el *off shore*, hacia la cuenca de Pelotas, donde recientemente se hizo una perforación, podría tener recursos de este tipo. No la coloqué en el mapa, pero habría que ponerle un signo de interrogación encima. En los demás casos, está probado que hay rocas ricas en materia orgánica que podrían ser pasibles de explotación con esta técnica.

En la cuenca norte, este es el escenario: las rocas que se quisieran explotar estarían en esta parte que figura con verde o en esta otra que figura con naranja; lo que está en amarillo es esencialmente el acuífero Guaraní y, en azul, los basaltos que están arriba. Esto se ha determinado a partir de datos sísmicos de geofísica. Lo otro es el basamento cristalino.

Entonces, cualquier pozo que quisiera hacer para llegar a unas rocas u otras, necesariamente tiene que atravesar el acuífero Guaraní. Este es el escenario para la cuenca norte.

Acá tenemos una sucesión sedimentaria, donde supuestamente repito, todo nos ha indicado que allí no se generó petróleo ni gas, se están buscando recursos. Entonces, tomemos eso como posible. Por lo tanto, la fracturación se tendrá que hacer en estos estratos y la distancia al acuífero Guaraní no es tan grande, algunos cientos de metros.

Me parece interesante presentar algo importante, y muy reciente, aprobado a fines de junio, que es la legislación aprobada en la República Federal de Alemania; mi doctorado lo hice en Alemania y, por suerte, puedo leer lo que aprobaron los alemanes. Me tomé el trabajo de traducir la legislación para presentarlo a la Comisión y comentarlo. Además, los alemanes lo han enfocado como que esto es un problema del agua, pero no lo llevaron como un problema minero o de hidrocarburos, sino esencialmente del agua. Discutieron esta legislación más de tres años comenzaron en 2013, con expertos a nivel mundial y con gente que está aplicando esta técnica en el país. En Alemania no existe una ley de *fracking* sino una modificación de leyes existentes, entre ellas y principalmente, las leyes de aguas, en segundo lugar, las leyes ambientales y, finalmente, la ley de minería. Se presentó un paquete de modificaciones a esas leyes, que regula el *fracking*. Lo que se hizo, sobre todo, fue reconocer que el *fracking* es un uso del agua que debe ser aprobado antes de realizarlo. Es como si yo quisiera explotar agua mineral y necesitara la aprobación, y en ese caso el Estado se reserva el derecho a limitar o

prohibir ese uso. Además, este paquete de modificaciones legales se va a revisar en 2021, como figura en las leyes aprobadas. Quiere decir que dentro de cinco años van a revisar la técnica y si hay que cambiar alguna cosa.

La adhesión del proyecto fue muy importante: 425 votos a favor y 109 en contra. También se crea una comisión independiente de expertos con representantes del servicio geológico federal, del servicio geológico de un estado federado poco menos que a sortearse, porque son varios académicos de la parte de geología y medio ambiente de un centro de excelencia y un experto en aguas. Esa sería la comisión independiente permanente.

¿Qué es lo que ellos incluyen en estas modificaciones? Está prohibido y está permitido: esa es la respuesta. Por encima de 3.000 metros de profundidad se prohíbe el *fracking*, por ejemplo, en lutitas. Es decir, si quiero hacer *fracking* a 2.000, 2.500 o a 1.000, no se puede, está prohibido. Asimismo, se prohíbe terminantemente todo *fracking* o inyección de aguas residuales, ahora a cualquier profundidad, en áreas de protección de aguas, en represas y lagos, con tomas de agua para consumo humano quiere decir en el área de captación, en áreas de recarga de acuíferos usados para consumo humano, para aguas minerales o, inclusive, termales.

Por otra parte, se permite el *fracking* en areniscas, inclusive, para aguas termales y geotermia, y no lo hemos dicho, pero el *fracking* se puede usar para estimular acuíferos y para generar energía geotérmica, con la condición de que se divulgue cuáles son los fluidos utilizados en el pozo, su composición, y que estos no sean contaminantes, según clasificaciones internacionales de contaminantes de aguas. Esto dejaría afuera esa cantidad de puestos que analizamos hoy.

Hay que acotar que las areniscas son un caso aparte, porque, en la mayoría de los casos, no contienen los metales pesados y los materiales radiactivas, por lo que no va a haber un agua residual cargada de metales pesados ni de materiales radiactivos. Entonces, me parece bastante lógico que no se prohíban en este tipo de formaciones, porque no sería dable de esperar un impacto tan grande como en el otro caso.

A su vez, la nueva legislación alemana permite hasta cuatro pozos de investigación científica, más someros que 3.000 metros siempre que no se utilicen sustancias contaminantes. Es decir, en los cinco años se pueden hacer cuatro pozos para investigación científica, como dice la ley, para probar las consecuencias ambientales y en el subsuelo, con lo cual habría una posibilidad de estudiar esto en el ínterin, hasta el 2021.

¿Qué podemos hacer en Uruguay? Lo primero reconocer nuestra geología y recursos minerales. Repito lo de la cartografía geológica. Lo que precisamos es un plan de cartografía geológica a escala 1 por 50.000, y esto no es arbitrario, porque tenemos una cobertura de todo el país en cartas topográficas al 1 por 50.000. Entonces, se tomaría ese documento como base para generar un mapa geológico. Para que se tenga una idea de cuál es la diferencia con esa carta 1 por 500.000 que mostré, un centímetro serían 500 metros. En cuanto a la información contenida en la carta, es cien veces más grande que la otra, porque se trata de una superficie. Es la única manera de saber con qué recursos cuenta el país. Esto le permite afirmar soberanía a Uruguay, porque si no conozco mis recursos, no soy soberano. Me van a caer desde arriba las propuesta que no sé si realmente son o pueden ser.

Las cartas geológicas permitirán conocer al detalle la geología de cada lugar, incluyendo los acuíferos y sus áreas de recarga y las posibles rocas madre de hidrocarburos, y son la base para evaluar el riesgo ambiental, por ejemplo, el *fracking,*

pero también otras cosas, por ejemplo, industrias que están instaladas encima de acuíferos, de cosas que hoy en día dan ganas de llorar, como los basurales. En la ciudad de Tacuarembó, el basural está encima del acuífero, y en La Paloma también, y las líneas de flujo van hacia La Paloma, por lo que están tomando agua que viene del basural. En otras ciudades como Rivera pasa lo mismo. O sea, hay una necesidad importante, primero de conocer lo que tenemos y, segundo, de legislar al respecto, porque una vez que tengamos el conocimiento de lo que hay en Uruguay habría que legislar en ese sentido.

Los mapas son indispensables para buscar aguas subterráneas, para construir obras civiles, carreteras, puentes, etcétera, para estudios medioambientales de todo tipo y para el ordenamiento territorial. Es decir, son documentos de base, que debe de tener cualquier país más o menos desarrollado.

Finalmente, quiero presentar algunas ideas. Parece adecuado una rápida moratoria cuya discusión no lleve demasiado tiempo en lugar de una prohibición indefinida, quizás para revaluar la tecnología en cinco o diez años, porque estamos hablando de una tecnología que evoluciona muy rápidamente y no sería de extrañar que en cinco o en diez años sea bastante diferente de lo que es hoy. También hay que estudiar las condiciones geológicas particulares de Uruguay, porque las situaciones que mostré para cada una de esas cuencas son radicalmente diferentes, y es probable que en algunas debería hacerse una prohibición a rajatabla y en otras no. Quizás la moratoria permita estudiar eso, con lo cual podría crearse una comisión independiente de expertos, o de lo que sea, que durante la moratoria analice las situaciones en Uruguay.

Sería interesante diferenciar el *fracking* clásico del de areniscas, porque estas no liberan esa agua residual tan peligrosa y, además, permitiría la estimulación de acuíferos y el desarrollo de la energía geotérmica.

Finalmente, como una cosa interesante les cuento que este año vamos a tener el VIII Congreso Uruguayo de Geología, organizado por la Sociedad Uruguaya de Geología y el Primer Simposio de Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata. En el marco de este último, entre los temas figura el *fracking* y los recursos hídricos, contaminación de aguas superficiales, contaminación y remediación de acuíferos, con lo cual se podría generar un foro donde se pudieran exponer argumentos en favor y en contra y, quizás, contribuir al trabajo que se está haciendo aquí, en el Parlamento.

SEÑOR MONTAÑO (Jorge).- Yo parto de la pregunta: ¿*fracking* en el Uruguay? Claudio hizo una introducción muy bien y detallada. Yo me pregunto cómo vamos a estar aplicando una técnica sin tener ninguna normativa para desarrollarla. Estamos en que sí y que no sin fundamentación técnica ninguna y, además, sin norma. Para mí, estamos fuera de foco.

Primero debemos responder qué es el *fracking,* cuáles son las normas que se tienen que imponer para desarrollar esta técnica y ver en qué condiciones y qué lugares de Uruguay es posible que se desarrolle. ¿Para qué? Para prevenir desastres ambientales y también conflictos que, sin duda, van a venir.

Se ha producido un aumento de la demanda energética a nivel mundial debido al aumento de la población mundial, el desarrollo industrial, agropecuario y comercial. Uruguay, que no tiene ninguna fuente derivada de petróleo, ha desarrollado fuentes alternativas y con buen éxito. Ese incremento con una velocidad determinada chocó con la lentitud en el avance del descubrimiento de fuentes renovables, hasta que se llegó a un punto en que la disponibilidad mundial de energía estaba siendo casi crítica. Ahí empezó

el fervor en casi todos los países, principalmente en Estados Unidos, para mejorar los balances energéticos, y ahí se comenzó a emplear el *fracking.*

La técnica del *fracking* es muy vieja, no solo se emplea en la parte de prospección de petróleo sino también para ayudar en la fracturación en acuíferos, en el basamento cristalino, que son rocas puras como vemos en Montevideo. En los años en que trabajaba en OSE, ya esta técnica se conocía y en ese tipo de rocas el agua se acumula y circula por fracturas y fallas. En algunas zonas de Estados Unidos, donde hay muy poca agua, aplicaban la fracturación y en vez de arenas habían conseguido un tipo de munición sintética, de alta resistencia, que colocaban en esa fractura, conjuntamente con el agua, de manera de mantener las fracturas abiertas. En aquella época hicimos un experimento a la uruguaya, con miles de dificultades y adaptándonos a las circunstancias. Es así que logramos incrementar en los pozos 200 litros por hora.

Solamente quiero remarcar dos cosas con respecto a la técnica del *fracking*. El *fracking*, sin agua, no funciona y vamos a ver en detalle la cantidad que demanda de este elemento para que se pueda hacer la perforación vertical y horizontal. La técnica se basa en abrir estructuras que son arcillosas -son como capitas, como hojas de libro-, a gran presión -que la lleva el agua-, y con arena que ejercerá la función de meterse en esas hojitas, que son láminas de lutitas, para dejar esa fractura abierta. De lo contrario, cuando se desliga la presión se tapan de vuelta. Claro está que eso lleva un gran volumen de agua. Entonces, se coloca esa agua y luego viene un agua de retorno, con todos los elementos químicos a que hacía referencia Claudio.

Evidentemente, por falta de conocimiento científico, de la geología y de la hidrogeología aparecen resultados negativos en cantidad de lugares de Estados Unidos pero también en otras partes del mundo donde está completamente prohibido el desarrollo del *fracking.* Pero si uno hurga por qué está prohibido se encuentra con que los riesgos de aplicar esta técnica, con la geología y la hidrogeología que ellos tienen, es muy riesgoso, tanto que es mejor no aplicarla. Pero no es que se les antoje no aplicarla. Los señores Diputados ya vieron económicamente la rentabilidad de la técnica del *fracking*, la extracción de gas y petróleo; eso es fundamental.

A diferencia de otras operaciones en la actividad petrolífera, podemos decir que sin agua no hay *fracking*. Como decía Claudio, por ejemplo, en Alemania no hacen una ley para el *fracking*; hacen una ley de protección del agua, que es esencial.

¿Qué cantidad de agua se necesita? Ello depende del yacimiento, de la litología, de los diseños de los pozos, de la parte vertical u horizontal, del plan que se tenga, no solo de la perforación. De 8.000 hasta 30.000 metros cúbicos por pozo, un 75% corresponde al *fracking* y el resto a la perforación, es decir, la parte horizontal. ¿Qué representa esto? La ciudad de Paysandú, por ejemplo, necesita 1.500 metros cúbicos de agua, lo que es una cantidad considerable.

Entonces, en primer lugar, necesitamos conocer qué cantidad de agua hay disponible en cada uno de los lugares en que se va a hacer *fracking*. Si la cantidad de agua no es suficiente puede impedir su desarrollo. Pero, además, hay que tener en cuenta que no solo el *fracking* utiliza agua sino que también la necesita la población, la agricultura y demás. Es fundamental tener claro los almacenamientos de agua, principalmente subterráneos.

Voy a referirme, ahora, a las virtudes de esta técnica. En la imagen que estamos viendo apreciamos los requerimientos de agua para la puesta en servicio de pozos no convencionales. Se detalla los volúmenes: desde 240 metros cúbicos hasta 4.000, según el fluido utilizado. En color celeste se visualiza el gran volumen de fracturamiento y lo

poco que se necesita para la perforación. En general, eso ocurre en la gran mayoría de los pozos registrados en Estados Unidos.

En lo que refiere a la parte de fracturación, además de presión, agua y arena, hay gran cantidad y variedad de elementos químicos, aunque en muy poco porcentaje, solo un 0,5%. Muchas veces se dice que en Estados Unidos no se conoce la normativa del *fracking*, que es secreta. Pero si nosotros elaboramos una normativa, tenemos que establecer la obligación de conocerla; se tiene que dar a conocer. Como ustedes ven allí hay surfactantes, gelificantes, inhibidores de corrosión, acidificantes, etcétera. En esa figura están presentados los distintos elementos, pero quienes están a favor del *fracking* dicen que utilizan estos productos en las casas para la limpieza -como, por ejemplo, agua jane-, de manera de minimizar el impacto. Son elementos que se encuentran en el agua, es el 0,5% de un volumen muy grande. Cuando se hace la inyección para el desarrollo del *fracking* hay un fluido de retorno, el que se enriquece de elementos naturales de la misma formación. Si tenemos derivados de petróleo, tenemos benceno, tolueno y xileno, además de arsénico y toda la parte radioactiva. Los tres elementos nombrados están en lo cotidiano de muchas actividades y nosotros tenemos un debe, un vacío enorme porque no hemos legislado al respecto; tenemos que hacerlo.

Cuando se decide realizar un pozo de monitoreo se deben conocer las normas de manera de estar seguros, porque a veces se dice que lo calculan mediante un modelo matemático y de acuerdo con la sismicidad. La fractura con esos elementos que son los líquidos de la fracturación no alcanzan el acuífero superior. Es un cálculo basado en condiciones científicas y muy cierto, pero hay que establecer en la normativa que se realicen pozos de monitoreo para confirmar eso.

Asimismo, dentro del proceso del *fracking* actúan de veinte a cuarenta expertos que monitorean todo el proceso. Reitero, si no hacemos un protocolo, una normativa, no hay absolutamente nada. Es venir a qué le impongan las técnicas que se van a aplicar.

En esta misma imagen, en la parte inferior, se visualizan a todos los expertos que están controlando por computadora el proceso de *fracking*, es decir, la presión, la cantidad de fluidos, etcétera.

Ahora bien; luego de que rompimos las estructuras de las rocas y está comenzando a salir el gas, hay un fluido de retorno completamente enriquecido, además de los contaminantes que tiene. Y la recuperación puede variar entre 15% y 70% de aquel volumen. ¿Qué hacemos con ese fluido de retorno? Insisto en que se debe tener una normativa. Voy a poner el ejemplo de Vaca Muerta en Argentina. Este país está en tercer lugar en las reservas de derivados de petróleo no tradicionales. No están en ese *ranking* Rusia y algunos países árabes. Los argentinos tienen una normativa, pero les faltaba el detalle de decir "Señores: tenemos el flujo de retorno". Entonces, hay que tratarlo pero ¿hasta cuándo? ¿Qué hacemos con ese flujo de retorno? Se puede utilizar ese fluido en otros pozos, se puede inyectar a otros acuíferos o a otras rocas. Pero ¿qué pasaba? Tenían el fluido pero no detallaban hasta donde debían bajar, por ejemplo, el arsénico a menos de 0.01, que es la norma actual. Eso no estaba dicho en ningún lado. Están negociando. ¿Y qué quiere decir negociar si no se detalla? Se deja un enorme vacío al no poder exigirle a la empresa que está realizando el trabajo.

Por estas razones, es fundamental tener estudios detallados de los acuíferos y su proceso. Los operadores, en ese caso, deben gestionar el retorno de las aguas según normativas. Las alternativas de disposición o de tratamiento pueden ser la reutilización o la inyección a una formación profunda. Acá la inyección es muy difícil y para que no contamine tendría que hacerse en una roca, en un basamento cristalino que no tuviera

fracturación. Esta técnica se utiliza para materiales derivados de centrales nucleares; la basura va allí.

Otra alternativa es el tratamiento superficial, la disposición en cuerpos de agua o lagunas -que no se puede aplicar para al caso de Argentina- y la evaporación en ambientes desérticos. Se deseca y después el material se trata o se entierra.

Por tanto, la participación de la hidrogeología en la actividad hidrocarburífera se da por el requerimiento de aguas subterráneas en las diferentes etapas del proceso de producción. ¿Por qué hablo de aguas subterráneas y no de aguas superficiales? Porque el agua subterránea tiene una serie de ventajas, ya que no requiere procesos de decantación, floculación, desoxigenación o eliminación de materia biótica. Muchas veces puede captarse en proximidades del sitio, o sea que no tengo que trasladarla desde el río; si el acuífero está próximo la puedo tomar casi donde está la obra.

Otra ventaja es que poseen mayor estabilidad composicional y térmica; son muy estables desde el punto de vista químico o de riesgos oxhídrico como, por ejemplo, las sequías y están protegidas de la contaminación exógena. Por eso es muy apetecible y es preferible tomar agua subterránea antes que agua superficial.

SEÑOR PRESIDENTE.- Esto, seguramente, desde el punto de vista de la empresa, porque podría utilizar aguas superficiales para realizar el *fracking*.

SEÑOR MONTAÑO.- No, no es imposible; se puede utilizar. Pero se hace todo un proceso de decantación y demás, que insume un costo. Para la empresa es mayor ventaja utilizar aguas superficiales. De todos modos, debemos tener un conocimiento cabal de cuál es la capacidad que tenemos de agua superficial y de agua subterránea en la zona que haremos el *fracking*.

En la imagen que estamos mostrando se observa la distribución de estos yacimientos no convencionales. En general, la zona donde se encontrarían es en la cuenca norte. ¿Con qué coincide esa cuenca norte? Con lo que nosotros denominamos provincia hidrogeológica, paranaense, o norte. Toda la zona que estoy mostrando corresponde al emplazamiento del acuífero Guaraní, por debajo de esas rocas.

SEÑOR PRESIDENTE.- En el mapa, como dijo el doctor Gaucher, un centímetro correspondería a cinco kilómetros.

SEÑOR MONTAÑO.- Este es un mapa hidrogeológico, de aguas subterráneas. Es la interpretación de los distintos tipos de aguas subterráneas del mapa geológico que mostró Claudio. El Acuífero Guaraní está por debajo de esas rocas.

Cabría preguntarse si el Acuífero Guaraní es importante para Uruguay. Sin duda que lo es. Es el que le da 100% de abastecimiento a Rivera- Santa Ana, a Artigas y a todas las termas. Y ¡ojo! todavía Uruguay no se ha despertado con respecto a la utilización del Acuífero Guaraní. En una hipótesis de futuro, hace unos cuantos años, hice un estudio sobre donde se debería trasladar la mayor cantidad de producción industrial y de población de Uruguay, según los recursos hídricos. Me dio en el departamento de Artigas; todavía ese departamento no se despertó de que a 350 metros tiene una riqueza de agua con la que podría plantar arroz tranquilamente. En este momento hay dos emprendimientos termales en forma potencial.

También les puedo decir que por encima del Acuífero Guaraní, que es sumamente rico en aguas subterráneas, están los basaltos que sostienen la totalidad de la producción de riego de citrus en Salto. Por eso no hay que descartarlo tampoco.

Entonces, en toda esta área, sin duda, va a ver conflictos de uso. Según la teoría básica todos los conflictos son predecibles en conocimiento de las causas. Por tanto, un conflicto va a ser compartir la parte del *fracking* con el abastecimiento humano. Todo conflicto es evitable si se enfrenta oportunamente. ¿Cómo se enfrenta? Con conocimiento de los recursos hídricos subterráneos y con la localización de donde se va a hacer el *fracking*. Y toda carencia, sin duda, potencia los conflictos. Ahora no podemos establecer si el *fracking* se hará en un lado o en otro, porque no conocemos los potenciales que se dan en cada una de las zonas.

¿Cuáles serían los conflictos más esperables en función de no tener ningún tipo de legislación? Con el abastecimiento humano, con la ganadería y la agricultura, con la comunidad local, con las ONG y con las autoridades del Poder Legislativo.

Esas serían las consecuencias. ¿Qué es esto que estoy mostrando en la presentación? Es petróleo en el Uruguay. Les voy a decir que he sido un agraciado de conseguir petróleo en varios lugares, principalmente de Montevideo y, más afuera, también. Y lo que les estoy indicando ahora en la imagen es lo que corresponde a las pérdidas que existen en estaciones de servicios, almacenamientos como ser tanques, todo lo cual contamina a suelos y aguas, porque contiene benceno, tolueno y xileno, todos elementos cancerígenos. ¿Uruguay tiene alguna legislación sobre esto? No, no tiene ninguna. ¿Quienes tienen legislación dentro del área? Todo el Mercosur. Pero ustedes me preguntarán si la aplican o no. No lo sé, pero la tienen. Brasil, con Petrobrás, y todas las banderas internacionales tienen un protocolo riguroso para realizar el monitoreo de las estaciones de servicio. Si nosotros salimos de Rivera y pasamos a Santa Ana -y no digo del lado de Aceguá-, cambia totalmente el manejo de las estaciones de servicio.

En definitiva, tenemos el *fracking*, pero todavía debemos legislar cuestiones atrasadas. En realidad, aquí no ha pasado nada hasta ahora, pero en otros países la situación ha sido catastrófica, porque además de haberse contaminado acuíferos han ocurrido gases, explosiones y demás.

En conclusión, compartimos que lo que se necesitaría sería una prórroga activa para la aplicación del *fracking*, de manera de generar una normativa sobre protección de recursos hídricos en el país.

Como corolario, en el día de ayer me enteré de un aviso sobre un acuerdo político -no sé con qué grado de profundidad- que dispuso la creación de un ente autónomo que dependería de los Ministerios de Economía y Finanzas y de Industria, Energía y Minería, que se encargaría de la regulación, el control y el seguimiento de la explotación petrolera.

SEÑOR PRESIDENTE.- Hemos quedado con ganas de seguir conversando. Creo que han sido muy contundentes y claras las explicaciones, además de brindarnos un asesoramiento muy fundado.

Nos queda la posibilidad de continuar tratando el tema, por lo cual si los necesitamos los volveremos a convocar.

Se levanta la reunión.

===/